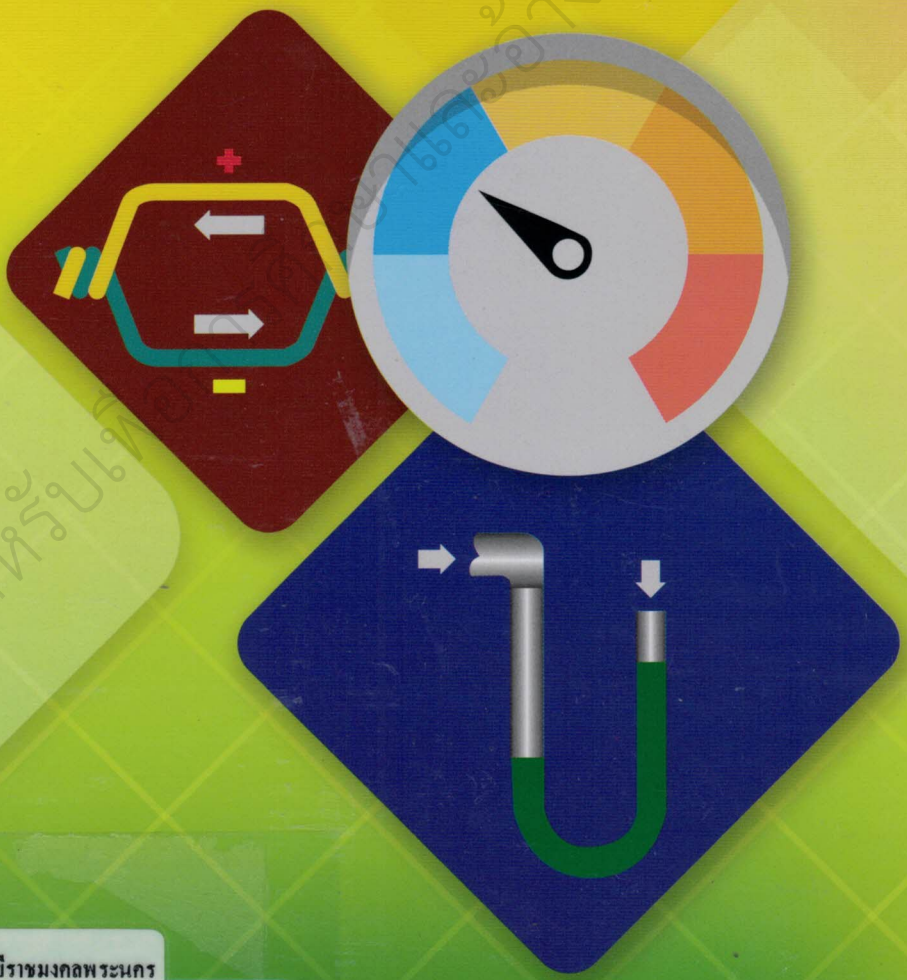
หลักการและการใช้งาน
เครื่องมือวัดอุตสาหกรรม



สมศักดิ์ กีรติวุฒิเศรษฐ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
ห้องสมุดพระนครเหนือ
501031934

คำนำ

เครื่องมือวัดเป็นส่วนแรกของงานด้านระบบควบคุมที่ผู้ศึกษาหรือปฏิบัติงานด้านนี้จะต้องศึกษาเพื่อเป็นพื้นฐาน ในปัจจุบันวิทยาการทางวิทยาศาสตร์หลาย ๆ แขนงได้รับการประยุกต์เพื่อใช้เป็นหลักการวัด เช่น หลักการทางแม่เหล็กไฟฟ้า อัลตราโซนิก การแผ่รังสีของสารกัมมันตภาพ ฯลฯ จากการที่ได้ปฏิบัติงานด้านระบบควบคุมมาหลายปี ผู้เรียบเรียงเห็นว่าการที่จะให้ช่างเทคนิคหรือผู้เริ่มศึกษาเข้าใจหลักการได้รวดเร็วยิ่งขึ้น จะต้องมีหนังสืออ่านประกอบเป็นภาษาไทย ซึ่งเหตุการณ์เช่นนี้ผู้เรียบเรียงได้ประสบมาเองในช่วงแรกของการปฏิบัติงาน การหาหนังสืออ่านประกอบทำได้ยาก ดังนั้นแนวทางการเรียบเรียงจึงเน้นให้เข้าใจหลักการการทำงานและแนวทางการปฏิบัติ หัวข้อในเล่มได้คัดเอา เครื่องวัดตัวแปรหลักในงานอุตสาหกรรมมีอยู่ 4 อย่าง คือ 1) ความดัน 2) อุณหภูมิ 3) ระดับ และ 4) อัตราการไหล ซึ่งมีหลักการวัดแบบต่าง ๆ

ผู้เรียบเรียงได้พยายามเรียบเรียงคำพูดให้เป็นภาษาไทยให้มาก แต่อย่างไรก็ดี อาจจะมีข้อบกพร่องอยู่บ้าง ซึ่งผู้เรียบเรียงหวังจะได้รับคำแนะนำและบอกกล่าวจากท่านผู้รู้ จึงขอขอบคุณไว้ล่วงหน้า

สมศักดิ์ กีรติวุฒิเศรษฐ์

สำหรับเพื่อการศึกษาเท่านั้น ห้ามจำหน่าย

สารบัญ

ภาคหนึ่ง อุณหภูมิและเครื่องมือวัดอุณหภูมิ

บทที่ 1 มาตราและหลักการวัดอุณหภูมิ

1.1 อุณหภูมิและมาตราวัดอุณหภูมิ 1-1
1.2 ITS-90 อุณหภูมิอ้างอิงมาตรฐานสากล 1-2
1.3 หลักการวัดอุณหภูมิ 1-3

บทที่ 2 หลักการและแบบของเทอร์โมคัปเปิล

2.1 ประวัติการค้นพบเทอร์โมคัปเปิล 2-1
2.2 กฎการเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากความร้อน 2-2
2.3 ปรากฏการณ์ของเทอร์โมคัปเปิลที่ควรทราบ 2-3
2.4 เทอร์โมคัปเปิลแบบมาตรฐาน 2-6
2.5 เทอร์โมคัปเปิลแบบ Nonstandard 2-14

บทที่ 3 Reference Junction

3.1 ความหมายของ Reference Junction 3-1
3.2 วิธีการรักษา Reference Junction ในทางปฏิบัติ 3-2

บทที่ 4 เทอร์โมคัปเปิลและส่วนประกอบ

4.1 ตัวเทอร์โมคัปเปิล 4-1
4.2 ครอบโลหะป้องกันตัวเทอร์โมคัปเปิล 4-3
4.3 ฉนวนของเทอร์โมคัปเปิล 4-4
4.4 เทอร์โมเวลล์ 4-6
4.5 Extension Wire 4-10
4.6 ส่วนประกอบอื่น ๆ 4-13
4.7 เทอร์โมคัปเปิลสำหรับงานลักษณะพิเศษ 4-17

บทที่ 5 ช่วงเวลาการตอบสนองของการวัดอุณหภูมิ

5.1 องค์ประกอบของ Response ทางทฤษฎี 5-1

5.2 องค์ประกอบของ Response ทางปฏิบัติ 5-2

5.3 Dynamic Response 5-7

บทที่ 6 การติดตั้งเพื่อผลการวัดที่ดี

6.1 พฤติกรรมการไหลของ Fluid ในท่อ 6-1

6.2 กฎโดยทั่วไปที่ควรทราบในการติดตั้งเพื่อให้ได้ผลการวัดที่ดี 6-2

บทที่ 7 ความผิดพลาดของการวัดอุณหภูมิ

7.1 ความผิดพลาดเนื่องจากการนำความร้อน 7-1

7.2 ค่าผิดพลาดของเทอร์โมคัปเปิลตามพิกัด ISA 7-2

บทที่ 8 อาร์ทีดี และ เทอร์มิสเตอร์

8.1 ประวัติความเป็นมาของอาร์ทีดี 8-1

8.2 หลักการของอาร์ทีดี 8-1

8.3 โครงสร้างของอาร์ทีดี 8-4

8.4 วงจรการต่อใช้งานของอาร์ทีดี 8-5

8.5 หลักการพื้นฐานของเทอร์มิสเตอร์ 8-7

8.6 วงจรการต่อใช้งานของเทอร์มิสเตอร์ 8-9

บทที่ 9 ไพโรมิเตอร์

9.1 หลักการของไพโรมิเตอร์ 9-1

9.2 ไพโรมิเตอร์แบบวัดการแผ่รังสี 9-4

9.3 ไพโรมิเตอร์แบบเทียบความสว่างของไส้หลอด 9-7

9.4 ไพโรมิเตอร์แบบอินฟาเรด 9-8

บทที่ 10 เครื่องวัดอุณหภูมิแบบ Filled System

10.1 หลักการของ Filled System 10-1

10.2 ส่วนประกอบพื้นฐานของเครื่องวัดอุณภูมิแบบ Filled System 10-1

10.3 การชดเชยข้อผิดพลาดของตัววัดแบบ Filled System 10-1

10.4 การแบ่งกลุ่มตามหลักการของ SAMA 10-3

บทที่ 11 เครื่องวัดอุณหภูมิแบบอื่น ๆ

11.1 หลักการและการใช้งานของเครื่องวัดอุณหภูมิแบบแถบโลหะคู่ 11-1
11.2 การใช้สารเคมี 11-3
11.3 Fusion Cone 11-4
11.4 การใช้ผลึกควอตซ์ 11-5

ภาคสอง ความดันและเครื่องมือวัดความดัน

บทที่ 12 ความดันและหน่วยวัดความดัน

12.1 ความดันและหน่วยวัดความดัน 12-1
12.2 ความดันที่เกิดจากก๊าซ 12-2
12.3 ความดันที่เกิดจากของเหลว 12-3
12.4 รูปแบบของความดัน 12-4

บทที่ 13 มาโนมิเตอร์

13.1 มาโนมิเตอร์รูปตัว U 13-1
13.2 มาโนมิเตอร์แบบใช้ของเหลว 2 ชนิด 13-4
13.3 มาโนมิเตอร์แบบท่อเดี่ยว 13-6
13.4 มาโนมิเตอร์แบบท่อเอียง 13-8
13.5 มาโนมิเตอร์แบบแรงสมดุลบนวงแหวน 13-9
13.6 ข้อดี/ข้อด้อยของมาโนมิเตอร์ 13-10

บทที่ 14 บูร์ดอง

14.1 หลักการทำงานและโครงสร้างของบูร์ดอง 14-1
14.2 บูร์ดองรูปตัว C 14-2
14.3 บูร์ดองแบบก้นหอย (Spiral) 14-4
14.4 บูร์ดองแบบขดซ้อน (Helix) 14-6
14.5 ค่าลิเนียริตี 14-7
14.6 ฮีสเตอรีซิส 14-9
14.7 การปรับลิเนียริตี 14-11

สำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

14.8 ข้อดี/ข้อด้อยของบูร์ดอง 14-13
14.9 การเลือกวัสดุใช้ทำตัวบูร์ดอง 14-13

บทที่ 15 เบลโลว์และไดอะแฟรม

15.1 หลักการทำงานของเบลโลว์ 15-1
15.2 การประยุกต์ใช้งานเบลโลว์ 15-2
15.3 ข้อดี/ข้อด้อยของเบลโลว์ 15-5
15.4 หลักการทำงานของไดอะแฟรม 15-5
15.5 รูปแบบของไดอะแฟรม 15-7
15.6 การประยุกต์ใช้งานไดอะแฟรม 15-10
15.7 ข้อดี/ข้อด้อยของไดอะแฟรม 15-12

บทที่ 16 เครื่องมือวัดความดันค่าต่ำ ๆ และ Vacuum

16.1 เกจแบบ Mc Leod 16-1
16.2 Vacuum Gauge สำหรับค่า Vacuum สูง ๆ 16-3
16.3 อินเวิร์ตเบลล์ 16-5

บทที่ 17 เครื่องมือสอบเทียบ

17.1 หลักการและโครงสร้างของ Dead Weight Tester 17-1
17.2 เทคนิคการลดพื้นที่หน้าตัดของ Piston 17-3
17.3 Piston ที่สอบเทียบความดันได้ 2 Range 17-3
17.4 Dead Weight แบบอัดลมและแบบไฮดรอลิก 17-4
17.5 เกจพิเศษที่ห้ามใช้น้ำมันในการสอบเทียบ 17-7

บทที่ 18 ทรานสมิตเตอร์สำหรับวัดความดันดิฟเฟอเรนเชียลและทรานสดิวเซอร์

18.1 บทนำทรานสมิตเตอร์แบบวัดความดันดิฟเฟอเรนเชียล 18-1
18.2 ทรานสมิตเตอร์แบบ Capacitance 18-2
18.3 ทรานสมิตเตอร์แบบ Resonant Wire 18-5
18.4 ทรานสมิตเตอร์แบบ Force Balance 18-7
18.5 ทรานสมิตเตอร์แบบ Strain Gauge 18-10
18.6 ทรานสดิวเซอร์แบบ Strain Gauge 18-12

18.7 ทรานสดิวเซอร์แบบใช้แสง 18-16
18.8 ทรานสดิวเซอร์แบบ LVDT 18-18
18.9 ทรานสดิวเซอร์แบบเปลี่ยนค่า Reluctance 18-19
18.10 ทรานสดิวเซอร์แบบ Piezoelectric 18-20

บทที่ 19 ส่วนประกอบในการติดตั้งเครื่องมือวัดความดัน

19.1 อินสตรูเมนต์วาล์ว 19-1
19.2 ไซฟอน 19-4
19.3 แดมเพนเนอร์ 19-7
19.4 เคมีคอลซีล 19-10
19.5 การวัดความดันสารที่มีความหนืดสูง, สารกัดกร่อน 19-16
19.6 เกจวัดความดันในจุดที่สั่นสะเทือน 19-18

บทที่ 20 ภาคปฏิบัติ

20.1 ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในทางปฏิบัติ 20-1
20.2 การเลือกใช้งานของเกจตาม Range 20-5
20.3 การเลือกใช้งานตามตำแหน่งติดตั้ง 20-5
20.4 การเลือกจุดติดตั้งที่เหมาะสมในระบบ 20-6
20.5 การเลื่อนจุดศูนย์ 20-8
20.6 ข้อควรระวังของเกจความดัน ออกซิเจน และอะเซทิลีน 20-10

ภาคสาม ระดับและเครื่องมือวัดระดับ

บทที่ 21 การวัดระดับโดยตรง

21.1 บทนำ 21-1
21.2 ดิพสติก 21-1
21.3 กระจกแก้วมองระดับ (Glass Gauge) 21-2
21.4 ลูกลอย 21-8

บทที่ 22 DISPLACER

22.1 หลักการวัดระดับของ Displacer 22-1

22.2 การประยุกต์ใช้งาน Displacer 22-2

22.3 การเลือกขนาดของ Displacer 22-5

22.4 การใช้ Displacer วัดระดับรอยต่อของของเหลวสองชนิดที่แยกชั้นกัน 22-7

บทที่ 23 การวัดระดับโดยการวัดความดันดิฟเฟอเรนเชียล

23.1 หลักการวัดระดับโดยวิธีวัดความดันดิฟเฟอเรนเชียล 23-1

23.2 การวัดระดับแบบท่อปล่อยอากาศ (Air Purge Tube) 23-1

23.3 การวัดระดับน้ำในภาชนะที่มีความดันและอุณหภูมิสูง 23-3

บทที่ 24 การวัดระดับโดยหลักการทางไฟฟ้า

24.1 การวัดระดับโดยการวัดค่าประจุไฟฟ้า 24-1

24.2 การวัดระดับโดยการวัดค่าความต้านทาน 24-10

24.3 การวัดระดับโดยการวัดค่าความนำไฟฟ้า 24-12

บทที่ 25 การวัดระดับโดยใช้คลื่นอัลตราโซนิก

25.1 หลักการประยุกต์ใช้อัลตราโซนิกในการวัดระดับ 25-1

25.2 เครื่องมือวัดระดับอัลตราโซนิกแบบวัดต่อเนื่อง 25-3

25.3 เครื่องมือวัดระดับอัลตราโซนิกแบบวัดเป็นจุด 25-6

บทที่ 26 การวัดระดับโดยวิธีวัดการแผ่รังสีและคลื่นอินฟราเรด

26.1 การวัดระดับโดยวิธีวัดการแผ่รังสีของสารกัมมันตภาพ 26-1

26.2 การวัดระดับโดยใช้คลื่นอินฟราเรด 26-6

26.3 สวิตช์ระดับ (Level Switch) 26-7

ภาคสี่ Flow และเครื่องมือวัด Flow

บทที่ 27 ธรรมชาติของของไหล

27.1 6 ตัวแปรพื้นฐานที่มีผลต่อการวัด Flow ที่ควรทราบ 27-1

บทที่ 28 ทฤษฎีการวัด Flow แบบวัดความดันดิฟเฟอเรนเชียล

28.1 ทฤษฎี Bernoulli สำหรับ Fluid ที่เป็นของเหลว 28-1

28.2 ค่าสัมประสิทธิ์ของการ Discharge 28-4

28.3 ทฤษฎี Bernoulli สำหรับ Fluid ที่เป็นก๊าซ 28-9

บทที่ 29 ออริฟิส เวนจูรี และนอซเซิล

29.1 แผ่นออริฟิส 29-1

29.2 แผ่นออริฟิสตามมาตรฐาน ANSI 29-5

29.3 เวนจูรี 29-9

29.4 นอซเซิล 29-10

29.5 Rangeability และการเลือกใช้ให้เหมาะกับงาน 29-11

บทที่ 30 การติดตั้งออริฟิสเพื่อให้ผลการวัดที่ดี

30.1 สิ่งที่มีอิทธิพลต่อค่า Velocity ของ Flow ก่อนเข้าอุปกรณ์วัด 30-1

30.2 Straightening Vanes 30-4

30.3 การกำหนดจุดวัดความดันดิฟเฟอเรนเชียลตามมาตรฐาน AGA 30-5

บทที่ 31 เครื่องมือวัด Flow แบบ Elbow, Pitot Tube, Annubar และ Target

31.1 Elbow ตัววัดแบบใช้ข้องอสร้างความดันดิฟเฟอเรนเชียล 31-1

31.2 Pitot Tube 31-2

31.3 Annubar 31-4

31.4 Target 31-6

บทที่ 32 การวัด Flow แบบลำรางเปิด

32.1 Weir (แบบไหลล้นผ่านทำนบ) 32-1

32.2 Flume (แบบไหลผ่านคอคอด) 32-8

บทที่ 33 เครื่องมือวัด Flow แบบ Positive Displacement

33.1 หลักการของ Positive Displacement 33-1
33.2 แบบนิวเตติ้งดิสก์ 33-2
33.3 แบบลูกสูบหมุน 33-3
33.4 แบบโอวอล 33-5

บทที่ 34 เครื่องมือวัด Flow แบบอัลตราโซนิก

34.1 แบบ Counterpropagating 34-1
34.2 แบบ Doppler 34-4

บทที่ 35 เครื่องมือวัด Flow แบบเทอร์ไบน์ แบบวอเทกซ์ และแบบ Swirlmeter

35.1 เทอร์ไบน์มิเตอร์ 35-1
35.2 หลักการของวอร์เทกซ์มิเตอร์ 35-7
35.3 หลักการของ Swirlmeter 35-9

บทที่ 36 เครื่องมือวัด Flow แบบโรตามิเตอร์

36.1 หลักการของโรตามิเตอร์ 36-1
36.2 ส่วนประกอบของโรตามิเตอร์ 36-2
36.3 การกำหนดขนาดของโรตามิเตอร์ 36-6
36.4 การประยุกต์ใช้งาน 36-8

บทที่ 37 เครื่องมือวัด Flow แบบสนามแม่เหล็ก

37.1 หลักการวัด Flow โดยอาศัยสนามแม่เหล็ก 37-1
37.2 หลักการสร้างสนามแม่เหล็ก 37-2
37.3 ข้อควรระวังและข้อมูลโดยทั่วไป 37-5

บทที่ 38 เครื่องมือวัด Flow แบบ Coriolis (โคริโอลิส)

38.1 บทนำ 38-1
38.2 หลักการพื้นฐาน 38-2
38.3 หลักการประยุกต์ใช้งาน 38-3
38.4 Coriolis ยุคเริ่มต้น 38-6

38.5 พัฒนาการของ Coriolis 38-7
38.6 ขนาดของสัญญาณและการปรับแก้ 38-8
38.7 ข้อมูลทั่วไปทางวิศวกรรม 38-8
38.8 Accuracy และ Turndown Ratio ของ Coriolis 38-9
38.9 ข้อแนะนำการติดตั้งใช้งาน 38-10

บทที่ 39 เครื่องมือวัด Flow แบบ Mass Flowmeters และแบบ Differential Pressure Meters

39.1 เครื่องมือวัดแบบ Mass Flowmeters 39-1
39.2 เครื่องมือวัดแบบ Differential Pressure Meters 39-4

ภาคผนวก

1. หน่วยของการวัด ผ-1
   1.1 นิยามของหน่วยมูลฐาน ผ-1
   1.2 หน่วยเสริมของระบบ SI ผ-2
   1.3 หน่วยอนุพันธ์ ผ-3
   1.4 คำอุปสรรค ผ-5
2. การแปลงหน่วย ผ-6

บรรณานุกรม

ดัชนี

สำหรับนักศึกษาและอาจารย์ใช้

หลักการ และการใช้งาน
เครื่องมือวัด
อุตสาหกรรม

สามารถยืมและติดตามหนังสือใหม่ได้ที่ ระบบห้องสมุดอัตโนมัติ WALAI AutoLib

https://lib.rmutp.ac.th/catalog/BibItem.aspx?BibID=b00106911

Multi view View map

หลักการและการใช้งานเครื่องมือวัดอุตสาหกรรม / โดย สมศักดิ์ กีรติวุฒิเศรษฐ์.

Author	สมศักดิ์ กีรติวุฒิเศรษฐ์
Published	กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2564
Edition	พิมพ์ครั้งที่ 40
Detail	[หน้าไม่เรียงลำดับ] : ภาพประกอบ ; 26 ซม
Subject	เครื่องวัด(+) เครื่องจักรกลในอุตสาหกรรม(+) เครื่องมือในการอุตสาหกรรม(+) เครื่องวัดรังสี(+)
ISBN	9789744438027
ประเภทแหล่งที่มา	Book

สำหรับเพื่อการศึกษาและอ้างอิงเท่านั้น